Feature Articles

困難気道対策の現状と今後の展望

気管チューブイントロデューサ（ガムエラスティックブジ），チューブエクスチェンジャ

Gum-elastic Bougie, Tube Exchanger

浜松医科大学附属病院麻酔科蘇生科　講師
五十嵐　寛
Hiroshi Igarashi

米国麻酔学会（ASA）のDifficult Airwayアルゴリズムでは，気道確保が困難な場合に，補助器具の使用を勧めている．日本医学シミュレーション学会では，このアルゴリズムに沿って意思決定のプロセスを学び，プロセスに必要な挿管補助器具の使用法をトレーニングする，「DAM（Difficult Airway Management）実践セミナー」を2004年より定期的に開催している．本稿では，プロセスに必要な挿管補助器具の中から，通常の気管挿管の延長としてトレーニングできる「ガムエラスティックブジ」と，抜管・再挿管の安全性を向上させる「チューブエクスチェンジャ」の２つの器具を紹介する．

気管チューブイントロデューサ（ガムエラスティックブジ）

気管チューブイントロデューサ（ガムエラスティックブジ）は，英国で伝統的に用いられている挿管補助器具であり，同国の挿管困難時の第１選択となっている[1]．使用法が，通常の気管挿管手技の延長であり，他の挿管補助器具と比較すると簡便であるため，予期せぬ挿管困難症例に遭遇した場合などに覚えておくと便利な方法である．日本医学シミュレーション学会（Japanese Association for Medical Simulation：JAMS）が主催するDAM（Difficult Airway Management）実践セミナーでの必修手技の１つに選ばれている．

国内では，リユーサブル製品（非滅菌）と，ディスポーザブル製品（滅菌済）がPortexブランドでスミスメディカルジャパンより販売されている．リユーサブル製品は旧Eschmannブランドで，論文等でgum-elastic bougie（GEB）といった場合は，こちらを指す場合が多い（**図１**）．

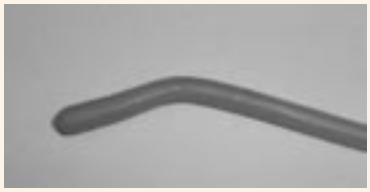
廉価でかつ携帯性が高く（丸めればバッグに忍ばせておけるサイズ），出張麻酔や一般病棟など，設備の整っていない所で気管挿管を行わなくてはならないときにも役に立つ．喉頭展開所見がCormack分類Ⅱb～Ⅲ程度のときに真価を発揮する．臨床現場での実際の挿管困難の頻度と程度を考慮すると，適応となる症例は多い．浜松医科大学麻酔科蘇生科では，この器具の2003年の積極的導入ののち，徐々に使用頻度が伸び，2007年8月現在の，Cormack分類Ⅱb～Ⅲの症例を想定した場合のアンケートで，約7割の麻酔科専門医がこの器具を第1選択とし，DAM実践セミナーを受講した麻酔科専門医に限れば全員がこの器具を選択した．英国で長い間，挿管困難時の第1選択となっていることもうなずける．

また，挿管困難ではなくても，齲歯や，歯周炎で歯根部が脆弱で歯牙損傷のリスクがある場合，下顎骨骨折や顎関節症などで極力開口を軽度にとどめたい場合などにも応用でき，麻酔科の日常臨床における挿管補助器具としての有用性はきわめて高い．

以下に使用手順を示す[2,3,4]．

1. 表面に水溶性潤滑剤を塗布する．
2. 一般的な方法で喉頭展開する．通常の方法では気管挿管が難しいと判断される場合に本製品を使用する．
3. 喉頭蓋の先端，披裂軟骨，その他気管挿管の手助けとなる解剖学的なランドマークを確認する．
4. 前もってブジー先端と全体を適度に湾曲させておく．先のランドマークを参考に，ブジー先端で喉頭蓋下面をすくい上げるようにしながらこすらせて気管に挿入する．
5. 気管内であれば，「コツコツ」という感触（Click）が感じられ，そのまま軽い力で進めれば，口唇より20～40cmの深さで抵抗を感じる（Distal hold up sign）．Clickは，指に伝わるというよりも，進めていく過程の口腔内のGEBがclickで振動するのを直視したほうが判りやすい．このとき，ゆっくり進めるのがコツ．速く進めるとclickはよく判らない．
6. 喉頭鏡を保持しながら，ブジーに沿って気管チューブを挿入．この時，介助者はブジーが抜けてしまったり奥に進んで気管支壁を傷つけたりしないように，Hold upの位置から2～3cm抜いた位置でしっかりと保持する．多くの場合，この位置ではブジーの残り（口の外）の部分が，気管チューブの長さに足りずに，気管チューブ先端（遠位端）を口角の位置まで進めてもブジー近位端はチューブ近位端から出てこない．チューブ先端を口角の位置まで進めたら，チューブ近位端から出てくる位置までブジーを抜いてくる．
7. 介助者はチューブ近位端をしっかりと保持する．このとき，介助者は，気管チューブと一緒にブジーが進んでしまわないように，近位端を気管チューブ進行方向反対側に軽く張力をかけた状態で，「空間の一定位置にホールド」する．気管チューブの先端から短く出たブジーが気管チューブとともに進んでしまうと，ブジー先端には強い力が加わり，気道粘膜損傷や気管支損傷を起こす．
8. 気管チューブ先端が喉頭部で抵抗を感じる場合は，ブジーと気管チューブ先端のギャップが披裂部で引っかかっている可能性が高い．そのときには，気管チュー

全体像：長さ60cm，目盛りが先端から40cmまで刻まれている．



先端：挿入しやすいように曲がりがついている．

規格サイズの表示：シャフトの太さと適合する気管チューブ内径が表示されている．

図1　ガムエラスティックブジの形状

ブを反時計回りに90°回転させると，ギャップがなくなり，スムーズに声門部を通過する（**図2**）．また，当然ながらチューブ外径が細ければ細いほど声門部を通過しやすい．

9. 喉頭鏡とブジーを抜きとる．
10. 気管チューブと呼吸回路を接続する．一般的な医学的手法によりチューブの位置を確認する．

チューブエクスチェンジャ

何らかの理由で，気管チューブを入れ替える必要が生じた場合に，再挿管を容易かつ安全に行うために使用する．また，米国麻酔学会（ASA）のDifficult Airwayアルゴリズムでは，気管チューブ抜管後の気道確保困難が危惧される場合には，チューブエクスチェンジャを気管内に残した状態での抜管を勧めている[5]．中空タイプの製品では，後述のマニュアルジェットベンチレータを使用し，患者の気管内に酸素を投与することができる．以下，Cookエアウェイエクスチェンジャ（クックジャパン）について話を進める．

Cookエアウェイエクスチェンジャは，国内では2種類が販売されている．内腔のあるタイプ（気管チューブ交換用カテーテルA）と，内腔がなく，外径が漸減し先端が柔らかく加工してあるタイプ（気管チューブ交換用カテーテルB：気管切開チューブの交換にも用いられる）がある．以下，内腔のあるタイプ（気管チューブ交換用カテーテルA）について解説する．

気管チューブ交換用カテーテルAには，シングルルーメンチューブ用（4規格）とダブルルーメンチューブ用（2規格）の2種類があり（**表1**），ダブルルーメンチューブ用はシングルルーメンチューブ用に比べて材質がやや硬くて長い．マニュアルジェットベンチレータに接続可能なルアーロックアダプタと，汎用麻酔回路に接続可能な15mmコネクタが付属している．

以下に使用手順を示す[6,7]．

1. チューブエクスチェンジャの規格が，現在挿管中のチューブと再挿管予定とチューブ両方に挿入可能，かつ長さが十分であることを確認する．
2. 表面に水溶性潤滑剤を塗布する．
3. 気管内，口腔内を十分に吸引し，患者を100%酸素で十分酸素化する．とくに咽頭部は喉頭鏡を用いて十分に吸引する．
4. チューブエクスチェンジャを気管チューブに挿入し，気管チューブ先端より3～4cm先まで進める．ダブルルーメンチューブ使用時には，気管支ルーメンに挿入し，チューブ先端より先には出さないようにする（**図3A**）．エクスチェンジャ先端で気管·気管支壁を傷つけないように愛護的に進める．

ギャップで通過難　　ギャップ消失

図2　気管チューブ内径とガムエラスティックブジ外径のギャップ

5. 喉頭鏡を用い，**通常挿管時の喉頭展開に近い状態**にして，気管チューブを抜去する（**図3B**）．この時，介助者はチューブエクスチェンジャが抜けないようにしっかりと保持しておく．口腔内にチューブエクスチェンジャが見えてきたら，抜去されないように手やマギール鉗子などで固定する．再度口腔内を吸引する．
6. 新しいチューブをエクスチェンジャに通す．介助者が近位端を気管チューブ進行方向反対側に軽い張力をかけた状態で，「空間の一定位置にホールド」する（**図3C**）．気管チューブ挿入時に気管チューブとともにエクスチェンジャを押し込み，先端で気管支壁を傷つけてしまうことを防止する．
7. 気管チューブ先端に抵抗を感じる場合は，エクスチェンジャを気管チューブ先端のギャップが喉頭で引っかかっている可能性が高い．この場合は，前述のガ

表1　Cookエアウェイエクスチェンジャの規格

外径	長さ	備考
8Fr	45cm	
11Fr	83cm	
11Fr	100cm	ダブルルーメン可
14Fr	83cm	
14Fr	100cm	ダブルルーメン可
19Fr	83cm	

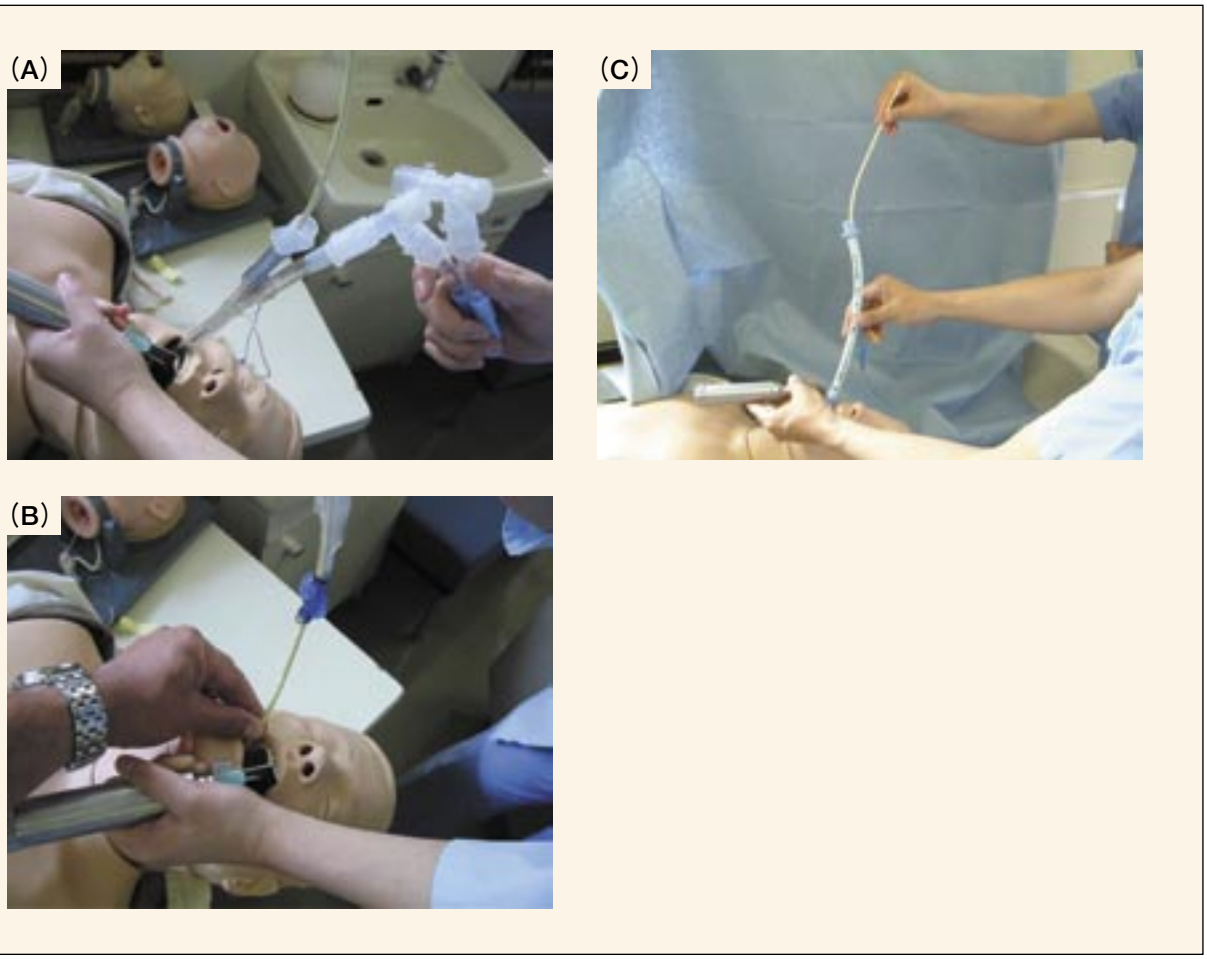


図3　チューブエクスチェンジャの使用法（ダブルルーメンチューブをシングルルーメンチューブに交換する場合）
(A) ダブルルーメンチューブの気管支ルーメンにチューブエクスチェンジャを挿入する．
(B) ダブルルーメンチューブの抜去．介助者は，チューブエクスチェンジャが抜けないようにしっかりと保持する．
(C) シングルルーメンチューブの挿入．介助者は，チューブエクスチェンジャを「空間の一定位置にホールド」する．

ムエラスティックブジ使用時と同様に，気管チューブを**反時計回りに90°回転**させると，ギャップがなくなり，スムーズに声門部を通過する（**図2**）．

8. この間，気管挿管が終了するまでは，喉頭鏡を用い，**通常挿管時の喉頭展開に近い状態**で行う．気管チューブエクスチェンジャは，再挿管や抜管時の安全性を向上させるための器具であって，再挿管を**盲目的に行うための器具ではない**．

チューブエクスチェンジャ外径と，気管チューブ内径の差が小さければ小さいほどこのギャップは小さくなる．その観点からはなるべく太い外径のチューブエクスチェンジャと，再挿管にはなるべく細い内径の気管チューブを使用することによって，このトラブルを防止することができるといえる．しかし，再挿管が主たる目的ではなく，抜管後の気道確保困難を危惧しチューブエクスチェンジャを気管に留置する場合には，細いチューブエクスチェンジャを使用する．

また，ダブルルーメンチューブを通常の気管チューブに交換する場合は，細いチューブエクスチェンジャを使わざるをえないので，どうしてもこのギャップが大きくなってしまう．前述の「反時計回りに90°回転」でも気管チューブが声門部を通過しない場合は，気管チューブを内径（外径）の細いものと交換する．再挿管に手間どり，患者が低酸素に陥ってしまった場合は，マニュアルジェットベンチレータを使用し，患者の気管に酸素を送り込むことができる．

マニュアルジェットベンチレータ使用時の注意点

マスク換気不能かつ気管挿管不能の状況で，最も迅速・確実に酸素化を行う方法として，経気管ジェット換気が挙げられる．マニュアルジェットベンチレータは，ルアーコネクタを介してチューブエクスチェンジャに接続できる．チューブエクスチェンジャと接続して，マニュアルジェットベンチレータMCS-3（日本メガケア）を使用する方法を解説する．

以下に使用手順を示す[8,9,10]．

1. マニュアルジェットベンチレータを，ボンベまたは中央配管の酸素供給口に接続する．圧力計を0.14MPaに合わせる（**図4A**）．
2. 付属のルアーコネクタをチューブエクスチェンジャ近位端に接続し（**図4B**），マニュアルジェットベンチレータと接続する．
3. 先端が末梢気管支にwedgeした状態で送気すると，圧損傷（気胸）になるリスクがある．**成人で23〜25cm**の所で口角に固定する（**図4C**）．
4. 介助者は口角部でチューブエクスチェンジャをしっかりと保持する．この位置だと手を離すと簡単に抜けてしまうので注意が要る．
5. マニュアルジェットベンチレータを外筒に接続し，1〜2秒間ボタンを押して酸素を送気する（**図4D**）．胸郭の上下運動を観察して，十分な換気ができていることを確認し，必要に応じて圧力計の圧を上下させて調節する（0.14〜0.35MPa）．
6. 呼気排出に十分な時間を置く．呼気を排出しやすいように下顎挙上を行い，経鼻もしくは経口エアウェイを必要に応じて挿入する．胸郭が膨らんだまま呼気が全く排出されない状況では，気道の圧外傷や循環虚脱を引き起こす恐れがある．呼気が排出されない原因が喉頭浮腫など喉頭部前後にあると判断される場合には，再挿管が不可能か，もしくは可能であったとしてもさらに時間がかかるため，救命のために速やかに輪状甲状膜切開や気管切開に移行する．

おわりに

ガムエラスティックブジ，チューブエクスチェンジャともに，比較的侵襲の小さい手技であるが，適切でない取扱いをすると，重篤な合併症を引き起こす結果をまねく．手技・手順の初期トレーニングは，臨床現場で行うのではなく，マネキンを使用して行うべきである．また，意思決定のプロセスを学ぶ目的も含め，シミュレーショントレーニング（JAMSによるDAM実践セミナーなど）の受講を推奨する．

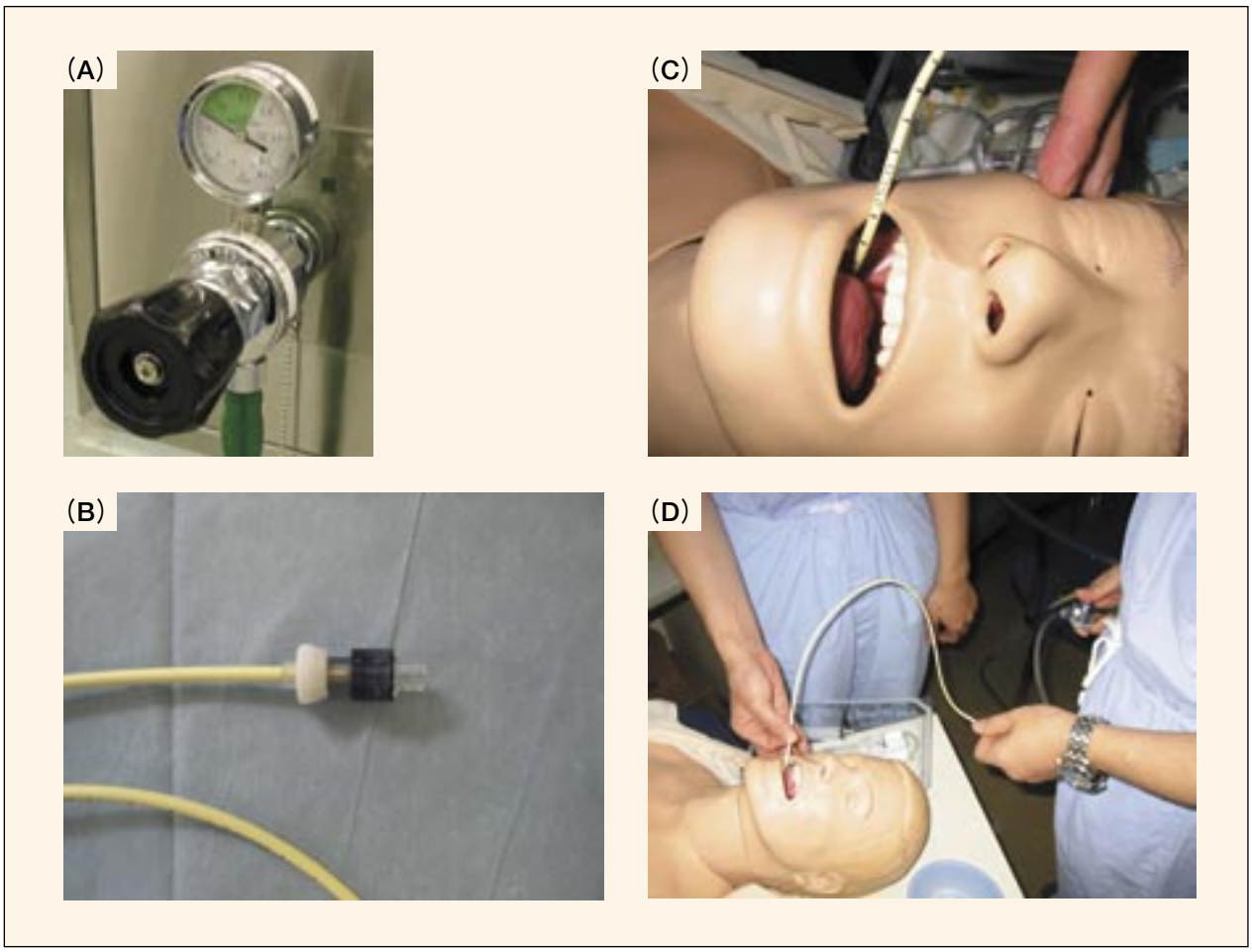


図4　マニュアルジェットベンチレータの使用法
(A) マニュアルジェットベンチレータの圧力ゲージ
(B) 接続用ルアーコネクタ
(C) 深くなりすぎないように，先端より口角まで23～25cmにする．
(D) 介助者は，抜けないようにしっかりと口角部で保持する．

参考文献

1) Henderson JJ, Popat MT, Latto IP, et al.：Difficult Airway Society guidelines for management of the unanticipated difficult intubation. Anaesthesia 59：675-694, 2004
2) 気管内チューブイントロデューサー取扱説明書（第3版），スミスメディカルジャパン, 2007
3) 五十嵐寛：気管チューブイントロデューサー（gum-elastic bougie）．「DAM実践セミナーテキスト第2版」．日本医学シミュレーション学会, 2005, p.24
4) 五十嵐寛：特集Difficult Airway 非侵襲的気道確保(1) ILMA，気管チューブイントロデューサー，食道閉鎖式エアウェイ．Anet 9：9-12, 2005
5) The American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway：Practice guidelines for management of the difficult airway：An updated report. Anesthesiology 98：1269-1277, 2003
6) Products for the difficult airway. COOK Inc., 2003,
7) 気道アクセス用デバイス（気管内チューブ交換用カテーテルA）取扱説明書（第6版），株式会社メディコスヒラタ, 2007
8) 溝端康光：輪状甲状靱帯穿刺と経気管ジェット換気．救急医学 27：1153-1154, 2003
9) 倉田二郎：経気管ジェット換気(transtracheal jet ventilation)．「DAM実践セミナーテキスト第2版」．日本医学シミュレーション学会, 2005, p.24
10) マニュアルジェットベンチレーターMCS-3取扱説明書．鈴商メディカル株式会社, 2004